

# Estudio de microorganismos implicados en procesos de deterioro de pinturas rupestres en abrigos de Aragón

M.C. Portillo\*, J. M. González\*, R. Alloza\*\* y C. Sáiz-Jiménez\*

\**Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC, Apartado 1052, 41080 Sevilla*

\*\**Escuela de Restauración de Aragón, Cuarte de Huerva, Zaragoza*

La Comunidad Autónoma de Aragón posee una gran riqueza en pinturas rupestres distribuidas por todo su territorio. Estas representaciones pertenecen a un amplio período cronológico que va desde el Paleolítico Superior hasta los últimos tiempos prehistóricos. En la actualidad se están llevando a cabo iniciativas encaminadas a analizar los problemas que afectan a la conservación de estas pinturas y los abrigos naturales donde se encuentran situadas. Este trabajo se enmarca dentro de este esfuerzo por preservar estos enclaves y, especialmente, se enfoca al estudio concreto de un problema que afecta a estas pinturas: la colonización por microorganismos.

Los microorganismos pueden colonizar prácticamente cualquier hábitat de nuestro planeta y las rocas que forman los abrigos naturales con pinturas rupestres no son una excepción. Un estudio detallado de los abrigos reveló una diversidad de situaciones, desde la presencia, en algunos puntos, de un crecimiento incipiente hasta un estado avanzado de colonización por comunidades microbianas fotosintéticas.

Este trabajo se llevó a cabo en el abrigo con pinturas rupestres denominado Muriecho L, localizado en Colungo, provincia de Huesca, en el que se encuentran cuatro paneles pictóricos con representaciones humanas y de animales encuadrables en el estilo Levantino. Se detectaron dos tipos de biodeterioro. En uno de ellos, se observa una progresiva colonización por comunidades microbianas criptoendolíticas, que se desarrollan bajo la superficie de la roca, lo que puede dar lugar a la formación de fracturas y el consiguiente desplazamiento de la roca y pinturas. El segundo tipo detectado es el crecimiento de comunidades microbianas en zonas de escorrentía de agua de lluvia, que cubre una zona del abrigo y podría llegar a alcanzar a las pinturas. Ambos tipos de biodeterioro se caracterizan por el desarrollo de microorganismos fotosintéticos.

Para analizar las comunidades microbianas se utilizaron métodos moleculares basados tanto en el análisis del ADN como del ARN. Los métodos empleados han sido descritos en publicaciones previas (Gonzalez et al. 2003; Gonzalez y Saiz-Jimenez, 2004; Gonzalez et al. 2006). Siguiendo esa metodología se pudieron detectar los microorganismos presentes (basándose en el ADN) y los que presentaban actividad metabólica (ARN). Este trabajo se centra en los microorganismos que presentaron actividad metabólica, lo que implica que en el momento del muestreo participaban directamente en el fenómeno analizado y contribuían activamente a los procesos biogeoquímicos de la roca que constituye el abrigo Muriecho L.

El análisis de la comunidad microbiana criptoendolítica permitió detectar que los principales microorganismos fotosintéticos, metabólicamente activos, eran cianobacterias (fundamentalmente de los géneros *Chroococcidiopsis*, *Cylindrospermum*, y *Phormidium*) aunque también se detectó una incipiente colonización por briofitas (musgos). Asociados a esta comunidad fototrófica se encontraron bacterias entre las que destacaban representantes de los grupos Bacteroidetes, división candidata WYO y, en menor medida, actinobacterias.

El agua de escorrentía facilitó el crecimiento de una comunidad microbiana también basada en el desarrollo de microorganismos fotosintéticos. En este punto, los microorganismos detectados con actividad metabólica fueron cianobacterias, representadas por los géneros *Nostoc*, *Anabaena* y *Microcoleus*. También se evidenció la presencia de bacterias fotosintéticas pertenecientes al grupo Chloroflexi lo que, junto a su elevada proporción en la comunidad, permitió resaltar la importancia de estas bacterias en el proceso de biodeterioro. Asociados a los microorganismos fotótrofos se detectaron bacterias pertenecientes a los grupos Alfa-Proteobacteria y Actinobacteria.

Estos resultados confirman la presencia de comunidades complejas en los dos puntos analizados y subrayan la importancia que los microorganismos fotosintéticos tienen en procesos de biodeterioro de abrigos con pinturas rupestres de Aragón. Este tipo de estudios permite conocer la composición de las comunidades microbianas que afectan a la conservación de las pinturas rupestres localizadas en abrigos naturales. Ello, junto con un análisis de las características ambientales y geológicas de este abrigo contribuirá a diseñar estrategias de conservación adecuadas.

### Referencias

- Gonzalez, J.M., A. Ortiz-Martinez, M.A. Gonzalez-delValle, L. Laiz y Saiz-Jimenez, C. 2003. An efficient strategy for screening large cloned libraries of amplified 16S rDNA sequences from complex environmental communities. *J. Microbiol. Methods* 55, 459-463.
- Gonzalez, J.M. y Saiz-Jimenez, C. 2004. Microbial diversity in biodeteriorated monuments as studied by denaturing gradient gel electrophoresis. *J. Separ. Sci.* 27, 174-180.
- Gonzalez, J.M., M.C. Portillo y Saiz-Jimenez, C. 2006. Metabolically active Crenarchaeota in Altamira Cave. *Naturwissenschaften* 93, 42-45.